

「貧困」「都市化」と環境制約－「水資源」を例に

<目次>

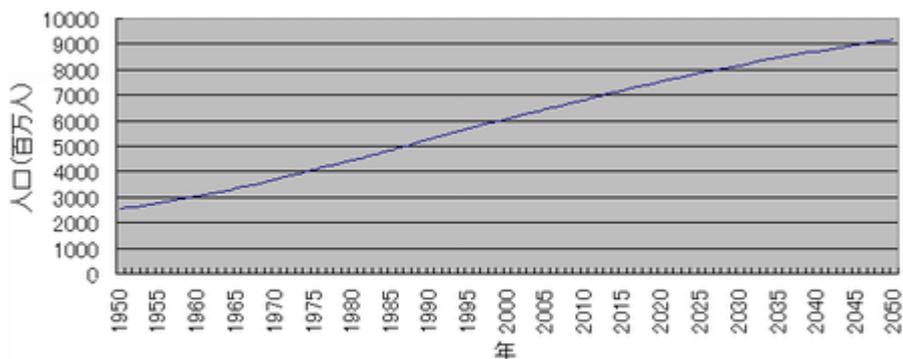
序	環境制約と経済発展－「水資源」の観点から
第1章	灌漑資源の現状と限界
第2章	「都市化」と「貧困」から見た構造的な問題
第3章	持続可能な発展のために－水資源に関わる視座
	注釈と参考文献

序 環境制約と経済発展－「水資源」の観点から

世界の人口は、増加の一途を辿っている。2050年前後には、90億人を突破するとも予想される（図1）。

今日までの人口と経済の関係について考察すると、「経済成長が人口増加を招き、その人口増加がさらなる経済成長を促してきた」と評価できる。そしてこれまでのところ、人口は経済成長を阻害しない水準で推移し、相互に持続的な成長を遂げてきた。

【図1】世界の人口の推移



出典: U.S. Census Bureau "World Population Information"
「Total Midyear Population for the World: 1950-2050」を元に作成

この成長を支えてきたのが「天然資源」の存在である。「再生不可能な資源」の枯渇については、これまで多くの議論がなされてきた(1)。だが当面に視野を絞れば、化石燃料などの資源が枯渇する危険性は少ないとされる(2)。むしろ逼迫した問題は、「再生可能な資源」の濫費と、それに伴う「資源の荒廃」にあるとされる。

中でも、人間にとって不可欠な「食糧資源」の問題は、もっとも大きな懸念材料である。世界の食糧供給は、農業・畜産・漁業の3つによって賄われてきた。だが、すでに畜産・

漁業の天然供給は、資源の濫費によって「限界」に達していると指摘される(3)。

家畜の過放牧のために、世界の牧草地の20%が生産性を喪失しているという(4)。牧草の不足分は、家畜用の穀物(農業)で賄わなければならない。また魚の乱獲のために、天然魚の漁獲量も漸減している(5)。不足分は養殖魚によって賄われることになるが、そのためには飼料(農業)が不可欠となる。畜産・漁業供給の一部は、農業生産を前提とする。

すなわち、「農業」が食糧生産を根本から支えている。もっとも、土地は有限であり、世界的な都市化の進展なども考慮すると、可耕地が今後爆発的に増えることはないだろう。それでも、農業には「生産性の向上」という希望がある。事実、1950年から1997年まで、耕作地は17%しか増加していないにもかかわらず、生産量は190%も増加している(6)。このため、農業・畜産・漁業による食糧生産は、人口増加分をカバーし続けることが可能であった。この事実が、世界経済の持続的発展に寄与した面は極めて大きいと言えよう。

だが、これらの生産を支える農業には、莫大な量の「水」が必要となる。例えば、一般的な耕作地では「1tの小麦を生産するのに1000tの水が必要(7)」とさえ言われる。

現在、世界の農作物の60-70%は雨水に拠って生産されている。残りの30-40%は「灌漑」に依存している(8)。灌漑地は全耕地の17%しかないが、世界の食糧生産の40%を担っている(9)。すなわち灌漑がなければ、人口増加を賄うだけの食糧生産が不可能となる。

将来的に食糧生産が増加すれば、相対的に灌漑への依存度は高くなるだろう。2025年には、さらに2000k m³(ナイル川の年間流量の24倍)の灌漑用水が必要と言われる(10)。これだけの水を永続的・安定的に供給することは果たして可能であろうか。

このような事実に対し、2020年の一人当たり灌漑面積は、土壌の塩化や爆発的な都市人口の増加によって、1978年のピーク時と比較すると17-28%まで減少すると予測されている(11)。また1章で述べるが、既に灌漑は、水源の涵養量を超えた「過剰揚水」の段階(供給の限界)に達しているとのデータもある。

灌漑そして水資源は今、危機に晒されている。この事実は、「人口を支えるだけの食糧生産」への懸念を生み、ひいては今後の国際経済にも大きな影響を与え得るだろう。

経済発展と環境制約、資源問題は不可分である。以下、世界の水資源を例にし、その問題と構造的な背景、持続可能な発展のための方策を考察したい。1章では水資源、とりわけ灌漑資源が危機にあることを文献より指摘する。2章ではその危機の背景と構造的な問題を、「都市化」「貧困」という観点から見ていく。そして3章では、それらの問題を踏まえたうえで、持続可能な発展のための方策について検討したい。

第1章 灌漑資源の現状と限界

二毛作や三毛作を容易にし、「人口増加を支えるだけの食糧生産」を可能としてきた灌漑農業は、大きな岐路に立たされている。

灌漑面積の伸びは年々減少している。70年代は年率2%で推移した灌漑面積の拡大は、80年代には年率1.3%となり、今後は0.6%程度で推移すると予想されている。そのため、

灌漑面積に対する単位当たり収穫は、遞減の段階に達していると指摘される(12)。

前述の通り、灌漑の需要は拡大し続けるにも関わらず、灌漑面積そのものが相対的に減少し続けている。その原因は「河川」「地下水」双方の灌漑水源が限界に達していることによる。農地開発や都市化の進展により灌漑可能な土地が減少していることも要因だが、水源そのものが限界に達していることが大きく響いている。以下、後者に着目したい。

(1) 灌漑ダム開発の制約と河川灌漑の限界

河川水をせき止め、乾燥地に安定した水を供給する河川灌漑(ダム)は、これまで灌漑面積の増大に寄与してきた。だが、開発適地でのダム建設が概ね進展し、投資効果の見込める建設候補地は大幅に減少した。また、永続性や効果・効率性の問題(13)、環境上の問題から、新規のダム建設が見直されるようになった(14)。そして河川水の大量利用が、河川そのものを枯渇させている。水源としての河川灌漑は、相対的な地位を大きく低下させている。この現象をサンドラ・ポステルは、「近代灌漑の息切れ」と表現した(15)。

(2) 地下水の枯渇—過剰揚水と水の「赤字」(16)

河川(ダム)と並ぶ主要な灌漑水源は、地下帯水層(以下「地下水」)である。河川灌漑の地位低下と共に、特に農業において地下水灌漑の重要性は相対的に向上している。

しかし地下水は、過剰な汲み上げを原因として枯渇し始めている。これは、経済的にも社会的にも、非常に深刻な問題となっている。

人口増加と需要過多による水不足から、自然の涵養を上回る水準の地下水汲み上げ(過剰揚水)が世界各地で行われ、地下水位が年々減少している。地下水は、既に供給の限界にある。

世界最大の人口を抱え、世界最大の穀物生産国でもある中国では、すでに慢性的な水不足状態にある。年間300億 m^3 の水が過剰に揚水されており、華北地域では地下水位が年に1~1.5mずつ低下しているという。事態がこのまま推移すれば、2025年には水不足によって5500万t(17)の穀物生産が不可能になると推計されている。

世界第2の人口を持つインドでは、現時点で1000億 m^3 /年という高水準の過剰揚水が続いている。この状態が続けば、遠からず、国内穀物生産の4分の1が失われるとされる。

同様に過剰揚水は、アメリカ、北アフリカ、アラビア半島などで偏在化している。とりわけアラビア半島の事例は深刻だ。特にサウジアラビアでは、砂漠を農地化した結果、20年に渡って「1tの小麦を生産するのに3000tの水が必要」という状態を続けてきた。一部では、「このペースで地下水が汲み上げ続けられれば2040年にはこの帯域の地下水が完全に枯渇してしまう」という非常に悲観的な予測もなされた。

このような各国・地域での過剰揚水(18)が示すものは、「食糧生産の一部は、地下水の過剰揚水によって賄われている」という事実である。世界の穀物生産の10%に達する1億8000万tの穀物は、既にこの過剰揚水によって賄われている。これは水の「赤字状態」にあると言えよう。過剰揚水を続ければ、水源はいずれ枯渇する可能性がある。すなわち、一部の食糧生産が、すでに持続性を保証されていないことになる。

さらに深刻なのは、地下水を灌漑する土壌の塩化である。地下水灌漑は乾燥地で行われることが殆どで、こうした土地は地下水源の枯渇と共に塩化をはじめてしまうことが多い。ひとたび塩化すればその土壌は死に、農業に適さない土地として放棄される運命となる。

第2章 「都市化」と「貧困」からみた構造的問題

前章で述べた通り、水資源は自然の涵養を上回って使えば、枯渇する危険性も高くなる。すなわち水資源は、どこまでも更新可能で無尽蔵な資源のようで、実際はある程度「有限」の資源とも言える(19)。

この資源を巡っては、水不足が恒常化し、水資源の枯渇が明らかとなるにつれ、様々な経済的問題を孕むようになってきた。その構造的な背景と、それがもたらす影響について、「都市化」「貧困」の観点から論じたい。

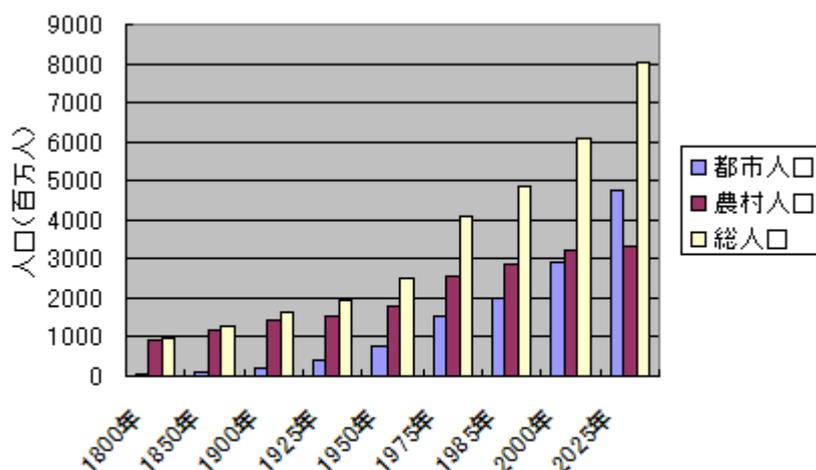
(1) 農村から都市への水移転—都市の経済的優位性(20)

世界中で、急激な都市化が進んでいる(図2)。

都市人口はこの100年で爆発的に増加し、必然的に都市の水需要が増大している。特に発展途上国では、1995年から2020年までに年間の都市(家庭用・産業用の合計)の水需要量が現在よりも5900億 m^3 (ナイル川の年間流量の7倍)増加すると予想されている。

こうした背景を受け、すでに世界各地の都市で水源が不足している。特に経済発展が著しく、都市と産業の成長を第一とする発展途上国では、膨張を続ける都市の水需要を満たすために、都市近郊の農業用水(灌漑)を都市用水へ移転させることが恒常化している。

【図2】急激に進む世界の都市化(世界の総人口・都市人口・農村人口の比較推移)



出典: 河野禎果『世界の人口』2000, p.160より作成

ここで着目したいのが、「都市用水は、単位当たりの水からより多くの付加価値を生み出せる」ということ、つまり「都市用水の農業用水に対する比較優位」の問題である。

例えば中国では、「工業が使う1 m^3 の水は、農業が使う同量の水と比較して、より多くの

雇用と約 70 倍の経済的価値を生む」と言われている。水資源が枯渇するにつれ、水はより利益の高い都市産業部門へと移転するのである(21)。こうした都市の圧倒的な経済的優位性を背景に、インドの一部では、農民が農業を放棄し、自らの土地の地下水を近隣の都市に売却するといった事例も登場している。

膨張する都市は、今後も農業から水を取り上げ続けることが予想される。ここで問題なのは、都市の水の消費量だ。工業・生活用水が農業に比べて多量の水を使用することは明らかであるし、都市で使われた水は、農業と異なり地表へ戻らず海へ垂れ流されてしまう。

2020 年までに予想される範囲では、水源の都市への移転によって、「世界の穀物生産が現在の生産量より 6 分の 1 ほど落ち込んでしまう」というネガティブな試算もあるほどだ。ただでさえ危機にある灌漑農業は、都市化によってさらに大きな危機に瀕している。都市における大量の水需要の存在が、水源をますます逼迫させ、農業の停滞、ひいては都市(経済)の発展の制約にも繋がりがねない。どこかで需要膨張への「歯止め」が必要である。

しかし、4 節で述べるが、「途上国の相対的な低所得」という構造的な問題が存在する限り、「水資源の濫費」に関する危機意識は生まれにくく、解決策を導くのは困難となろう。

(2) 水不足人口の増大と貧困拡大の懸念(22)

一国の再生可能な水供給量が一人当たり 1700 m³/年未満(これを「水不足レベル(23)」という)に達すると、その国は農業・生活・都市産業などの各分野に、需要を満たすだけの水を供給できなくなるとされる。

水不足レベルにある国は、概して低所得国である(24)。一般にこれらの国では、経済発展のために生活・産業用水の確保を優先し、穀物の一部を輸入することで、農業用水を削減せざるを得なくなる。すなわち、不足する水を外部から(穀物の形で)輸入(補充)して、水の収支を均衡させる必要が生じるのである。こうした水不足を原因とする穀物輸入は、世界の穀物貿易量の 4 分の 1 にも達している(25)。

現在、そのような水不足人口は 4 億 7000 万人と推計されるが、都市の水需要の急増によって、2025 年には 30 億人にまで拡大すると予想される。そしてその大部分は、水源に乏しく、貧困問題の深刻なアフリカや南アジアに集中すると言われる。貧困層は、その日の食糧の購入すら難しいケースが多い。水不足人口の増加は、食糧の安定供給を益々脅かし、貧困問題にも多大な影響を与えるものと推察される。

(3) 「水の貧困」

最も深刻なのは、「水の貧困」問題であろう。「灌漑水源の逼迫」「水不足の増大」という問題以前に、水源にアクセスすらできない貧農が多数存在しているという事実である。

一般的な地下水灌漑(井戸と汲み上げポンプが必要)には \$ 350 以上の費用がかかるとされる(26)。年収が \$ 360 程度の貧困層の農民にとって灌漑農業は手の届かない位置にある。

さらに、前述の「地下水位の低下」も影響を与えている。浅い井戸が使えなくなると、より深い井戸と高性能のポンプが必要となる。この場合、それだけ多くの費用が必要(27)となり、これまで灌漑を続けて来た農家がそれを続けることが出来なくなるケースもある。

灌漑費用を負担できる富農はより多くの収穫を上げ経済的に成功するが、資金を負担できない貧農は、「自給食糧も確保できない」という状況が発生している。そうした農民は、大きな井戸を掘れる富農に土地を受け渡し、自らはその農場に雇用される小作農となる。あるいは、水を十分に確保できない土地で、生産性の低い非灌漑の零細農業を続けざるを得なくなる。これらの「水の貧困」、水を巡る経済格差の拡大は深刻である。

例えばインドでは、数字の上では穀物の完全自給を達成しているにも関わらず、農村部の数千万の国民が飢餓・貧困の状態にあると言われる。これは、多くの農民が高コストの灌漑農業へアクセス出来ず、生産性の低い農業に喘ぎ、その日の食糧の購入も出来ないほどの収入しか得ることが出来ていないことが一因と言えるだろう。

貧困問題解決のためには、慢性的な貧農層へ向けた安価な灌漑手段の提供（28）と、それに伴う農業生産性の向上ならびに収益の向上を図ることが必須である。そしてこの解決がない限り、「水資源の濫費」という根本的な問題が想起されることはないだろう（次節）。

（4）貧困と資源濫費の構造的関係

資源問題の根本的な解決策は、その資源の濫費を低減し、効率的な利用を促進することである。これは、長期的な視野（仮に初期費用が多く掛かったとしても、将来的には掛かるコストやリスクを最小化できるような視点）で捉える必要がある。だが、貧困・低所得の社会では、そのような視点は発生し得ない。

貧困、あるいは発展途上国全体でみられる相対的な低所得（所得と資産の制約）がもたらすものは、視野の狭窄である。貧困層の「今を生きなければ明日がない」、発展途上・低所得国の「まず経済発展が不可欠で、発展がなければ将来的な環境制約に対処する体力を持ち得ない」状態では、短期的な損得のみで非効率な資源濫費が行われがちである。ここで述べてきた「水資源の枯渇」も、その典型である。だが、非効率な資源濫費が続けばやがて資源は喪失され、結果的に経済そのものが持続不能に陥ることになる。ここに、長期的視野に立った問題意識は見られない。

この悪循環を断ち切り、「持続可能な発展」を進めるためには、構造的な「貧困」あるいは「低所得」といった途上国の持つ問題に目を向け続ける必要があるだろう。

第3章 持続可能な発展のために—水資源に関わる視座

以上の水資源を巡る諸問題を踏まえた上で、持続可能な経済発展を続けるための方策を「資源の利用低減」「資源と経済政策」の2面から検討する。特に後者について見ていき、資源を「公共財」という観点から眺めて考察する。

（1）水資源の利用低減策

かかる水資源問題の根本的解決には「水資源の非効率な濫費低減」が不可欠である。だが前章で述べた通り、「貧困」「低所得」が問題解決への構造的な制約となっている。

ここで、「水資源の効率利用・濫費低減」という問題に限定して有効な方策を挙げると、①資源単位当たりの「生産性」の改善、②資源の効率的利用（相対的な使用量の低減）、③

資源の絶対的な使用量の低減の3点が挙げられるだろう(29)。

①については、私的部門が対応し、改善し得る分野であると思われる。

②③については、「資源の使用量を減らす」という意味においてある程度の「強制力」が必要となるだろう。次節で述べる通り、水資源は一種の「公共財」であるから、これらの方策を確実に遂行するためには、政府の直接的な介入が必要となる。これには、どのようなアプローチが求められるだろうか。次節で見ていきたい。

(2)「公共財」としての水資源—資源と経済政策

水資源は、長期的に見れば「再生可能」である点で「公共財」である。すなわち、「フリーライダー」が常に存在し得る。よって市場メカニズムだけでは自然の涵養量を上回っての過剰利用が横行し、やがて枯渇・荒廃する危険性を持つことになる。

従って、「水資源の持続可能な利用」を考えると、強制力を持った政府の介入は必要不可欠である。そして前節で述べたとおり、政府は、「資源の相対的・絶対的な使用量の低減」という観点から政策を進めていく必要があるだろう。そのアプローチには、以下の4点が考えられる。

①水利用の直接的規制—政府が全体的な水利用の総量を計画し、コントロールする政策である。もっとも、水は不可欠なものであり、安易な規制が住民の生計を狂わせる危険性があるし、政府の過剰な介入が経済成長を大きく阻害する危険性もある。また、監視コストを考えると(特に途上国の)政府がどこまで有効に政策を遂行できるかは疑問である。

②インフラ料金の段階的値上げによる水利用抑制政策—一般に、水に関わる費用(ポンプ汲み上げに必要な電力価格などインフラの利用料)は、各国政府の補助金(補填)によって低く抑えられている(30)。これが水の非効率的な利用を促してきたことは明らかだ。そこで考えられる方策は、インフラ料金を値上げすることで水の利用を抑えるという方策である。もっとも、水の供給に関わる全てのコストを価格に添加させれば国民、特に貧困層の生活を直撃するし、農民は農業を放棄してしまいかねず、そのバランスが重要となる。

そこで考えられる方策は、「段階的な」価格賦課方式である。水や電気の使用量が一定の値までは従来通りの料金を賦課し、ある値(政策値)を超えた場合は段階的に値上げしていくというものである。この方法は、水の使用量を効率化するための契機となるだろう。

カリフォルニア州の実例では、導入前と比較して25%もの節水が実現したと言われる。これは、現状においてもっとも有効な方策となるのではなかろうか。

③水の「所有権」「使用権」の付与と資源取引市場の創設—資源を効率的に利用するため、「水」を市場で取引させるという方策が議論されている。これは灌漑に直接関わる農民の水源に一定量の所有権・使用権を付与し、剰余分の売買を認めるというものだ。「水を市場で取引できれば、農民はそのために節水し、灌漑の効率を改善するだろう」という論理による。だが、命に関わる水は、私有財として安易に市場取引されるべきものだろうか。3章で述べた通り、農業よりも都市用水の価値の方がはるかに高い。やがて確実に「水の売買」がメインとなり、かえって過剰な揚水が横行し、農業の衰退にも繋がりにかぬない。導入に

は慎重な検討が求められるし、水源にアクセスすら出来ない貧困層への影響も十全に考慮しなければならないだろう。

④「公共信託財産 (public trust doctrine) (31)」の発想からのアプローチ—米国では、公共信託財産という発想が提唱されている。「資源は (既存の利権も含めて) すべて公に信託された公共の財産であり、私的な利害対立から守られなければならない」というものである。政府は、直近の損得、私的な利害を超え、この発想の下で適正な水利用の計画を策定すべきだと思われる。そしてこれは国家レベルではなく、全世界的に検討されるべき課題となろう。もっとも、この発想と対峙するのはこうした長期的発想を持ち得ない「貧困」と「低所得」の存在である。この問題が解決されない限り、これは世界レベルで意識される発想とはなり得ないだろう。

以上、人口増加と経済発展の持続的な発展を、水資源の制約という観点から述べてきた。水は決して無限再生可能な資源ではなく、涵養を超えるだけの水を使い続ければ、その帯域は枯渇してしまう。水資源は食糧供給と直結し、ひいては経済の発展とも密接に結びついている。人類が持続可能な発展を続けるためにも今後、世界的な意識の醸成と取り組みが求められる。これは大量の穀物を輸入に依存している日本にとっても重要な課題である。

ここでは、水資源の非効率で過剰な利用、そしてそれが解決へ向けて動かない背景には、「貧困」「低所得」という構造的な問題があることも示された。水資源の枯渇—環境制約の問題と「貧困・低所得」という経済格差の問題を、どのように同時解決していくか、これが今次、最も大きな課題である。ここでは十分に論じられなかったが、この課題については機会があるごとに継続的に追っていききたいと思う。

【注釈】

(1) ローマ・クラブの報告書『成長の限界』(1972)が「遠からず人類社会は資源の枯渇によって破滅に直面する」と指摘し、再生不可能な資源の問題が大きくクローズアップされることとなった。

(2) 主な資源の可採年数が横ばい・上昇傾向にあること、省エネの進展、代替エネルギーの開発などにより、当面は「再生不可能な資源の枯渇」はないとされる [藤崎成昭 (2004)]。

(3) サンドラ・ポステル (2000-b) による。

(4) 以下この章の数字は原則としてサンドラ・ポステル (2000-b)、池上甲一 (2003) による。

(5) 1988年をピークとし、1997年には8%の下落がみられた。

(6) 実数では2.9倍。これは、技術革新や「緑の革命」による土地生産性の向上に拠るところが大きい。

(7) (10)(11) サンドラ・ポステル (2000-a) による。

(8) 池上甲一 (2003) ほか参照。統計年の違いにより諸説あるが、直近の数字 (2003) を反映した。

(9) FAOによれば、一般に灌漑は穀物生産を400%増加させることが可能だという [池上甲一 (2003)]。

(12) 「灌漑の単位当たり収穫逓減」、すなわち水資源1単位の追加的な投入に対する単位当たりの収穫

量通減を示す。ここの数字はサンドラ・ポステル（2000-a）による。

（13）例えば中国の三門峡ダムは土砂の流入で埋まって最終的に放棄され、ダム灌漑の問題を提起した。また黄河、ガンジス川、ナイル川、コロラド川などではダムを原因として河川が詰まり、海まで正常に流れなくなるなどの問題が発生した。

（14）池上甲一（2003）、本山美彦（1992）による。水需要が増大する一方、新規建設が抑制されることによって、相対的に河川灌漑の地位が低下した。

（15）池上甲一（2003）による。

（16）（20）断りのない限り、ここでの統計は全てサンドラ・ポステル（2000-a・b）による。

（17）これは、世界の穀物貿易量の4分の1に達する。

（18）数値が分かっているだけでも以下の通りとなる。

主要国・地域の地下水過剰揚水量の推計 (1990年代中盤)

インド	104
中国	30
米国	13.6
北米	10
サウジアラビア	6
その他	不明
合計	163.6

単位:10億立方メートル/年

出典:『地球白書 2000-01』p.73

（19）実際、人類が利用できる水は限られており、その意味では「限りある」資源と考えられる。

地球の水の内訳

海	97%	淡水の内訳	
淡水	3%	氷	70%
		深層地下水・土壌	30%
		人間が利用できる水	1%未満

出典:「水危機が世界をおびやかす」
『21世紀水危機』p.26より作成

（21）急激な都市化と経済発展の進む中国北部では、灌漑用水のほぼ全てが近隣の都市・産業用に転用されているという。

（22）この節の数字はサンドラ・ポステル（2000-a）による。

（23）サンドラ・ポステルの”Water for Food Protection: Will There be Enough in 2025”による表現。

（24）現在、アフリカ・アジア・中東の34カ国が本文中の「水不足レベル」に達しており、「水不足国」として分類されている。そしてその多くの国で「水不足のための穀物輸入」が行われている。LDCの集中する区域と重なることは注目に値する。

（25）5000万t/年に達するという[サンドラ・ポステル（2000-a）]。

（26）サンドラ・ポステル（2000-a）による。なお、河川灌漑でも揚水費用が掛かる場合がある。

(27) 一式で \$ 3000 近い投資が必要なケースもある。一般的な灌漑費用の 8 倍である。

(28) 低コストの灌漑技術の導入が行われている事例もある。例えばバングラデシュでは、1980 年代以降、井戸込み \$ 35 で設置のできる非常に安価な「足踏みポンプ」が普及し、これまでに 25 万 ha の農地で生産性を改善した。これによって貧農層は、年間 \$ 3 億 2500 万の増収を得たと言われる（ポンプ 1 基当たりの収益が年間 \$ 100 を超えるため、初期投資は容易に回収できる）。この足踏みポンプは米国の NPO 「IDE」が普及に努めたもので、販売ネットワークを通じて農村の生産性向上のみならず、都市の雇用の創出にも寄与したという。現在は、途上国で 2000 万基近い市場を形成しているとされる。

(29) 具体的には、①逼迫する水源を有効利用するためには、水源単位当たりの収穫・生産を高めること（「水の生産性の向上」）が不可欠である。そのため農業分野においては、既に様々な施策（水効率のよい品種の開発・生産転換、施水を効率化した農地開発、水路やスプリンクラーの改善、根に水を直接配分する「点滴灌漑」など）が実施され、水の使用効率改善・単収の向上などの成果を上げている。②資源を有効に利用するためには、「多角的な利用（用途を必要以上に分化させず、多面的に利用）」「節約利用」「再利用」を進めて、利用の効率化を図る必要がある。③「資源の枯渇」という将来のリスクを最小化するためには、根本的には、資源の使用量そのものを可能な限り減らす必要がある。

(30) サンドラ・ポステル (2000-a) による。

(31) 本山美彦 (1992) による。

【参考文献】

U.S. Census Bureau “World Population Information” <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>

池上甲一「水危機が世界をおびやかす」『21 世紀水危機 農からの発想』2003、山崎農業研究所。

河野綱果『世界の人口 第 2 版』、2000、東京大学出版会。

サンドラ・ポステル「Redesigning Irrigated Agriculture（灌漑農業の再構築）」、レスター・R・ブラウン編著、浜中裕徳監訳『地球白書 2000 - 01』第 3 章、2000-a、ダイヤモンド社。

サンドラ・ポステル著、福岡克也監訳『水不足が世界を脅かす』、2000-b、家の光協会。

ジェトロ・アジア経済研究所編『テキストブック 開発経済学』、2004、有斐閣。

（山崎幸治「第 1 章 貧困と不平等」、野上裕生・早瀬保子「第 4 章 人的資源」、黒崎卓「第 7 章 農業」、藤崎成昭「第 17 章 環境制約」を参考した）

西川潤『岩波ブックレット No.348 人口』、1994、岩波書店。

本山美彦『シリーズ現代の経済 「豊かな国、貧しい国」 荒廃する大地』、1992、岩波書店。